

## MOŽNOSTI VYUŽITÍ STAVEBNÍCH ODPADŮ BUILDING DEBRIS UTILIZATION

MICHAEL STIBŮREK

Článek rozebírá problematiku nakládání se stavebními odpady, věnuje se technologii recyklačního procesu a nastiňuje možnosti zpracování recyklátu z odpadů do stavebních hmot.

*The work is focused on the analysis of items related to treatment of building debris and furthermore related to possibilities of utilisation of building debris for recycling, with following usage of recycled debris in civil engineering industry.*

Problematikou opětovného využití materiálů a surovin již jednou použitých se lidstvo zabývá odnepaměti. O systematictější přístup k otázkám zhodnocení stavebních sutí lze však hovořit až po druhé světové válce v souvislosti s obnovou válkou zničených objektů.

Zcela cílevědomě se problematice recyklace odpadů věnují odborná pracoviště ve vyspělých zemích přibližně posledních třicet let a to jak z důvodu rostoucí devastace životního prostředí a nedostatku primárních přírodních surovin, tak i díky přísnějším zákonům na ochranu životního prostředí.

Snahy o snižování spotřeby energií, ochranu primárních přírodních surovinových zdrojů a obecně o ochranu životního prostředí vedou většinu zemí EU k jednoznačné legislativní podpoře využívání stavebních odpadů jako druhotných surovin. Pro dosažení těchto cílů je však nezbytný objektivní odhad vlivu stavebních materiálů na jednotlivé složky životního prostředí (ovzduší, vodu, půdu), což vyžaduje především podrobnou znalost jejich vlastností, uplatňujících se v interakci s jednotlivými složkami životního prostředí.

Vzhledem k mimořádné složitosti problematiky, zahrnující interakce různých materiálů s různorodým prostředím, však dosud chybí ověřené metody a zkušenosti pro odhad těchto vlivů. Způsoby, jimiž stavební činnost ovlivňuje životní

prostředí jsou značně rozmanité a mnohdy vedou ke změnám charakteru krajiny, vlastností povrchových i podzemních vod apod.

Dostatečně alarmující by pro nás měly být prognózy z vyspělých zemí EU, které jsou v oblasti nakládání se stavebními odpady mnohem dále. Jejich studie nám předpovídají enormní nárůst stavebních odpadů. Vyplývá to ze současného trendu rozsáhlých stavebních rekonstrukcí, modernizací, popř. demolice v minulosti špatně udržovaného stavebního fondu.

Odpady jsou měřítkem vztahu a odpovědnosti lidí ke svému okolí; je již obecně známo, že skládky jsou tím posledním a nejméně vhodným řešením jejich likvidace.

### Vliv skládek na životní prostředí

Skládkování je obvykle nejsnazším, nejrozšířenějším a v případech navážek stavebních odpadů i nejlevnějším způsobem likvidace odpadů.

Podstata ohrožování životního prostředí skládkami spočívá v tom, že složení odpadů se významně liší od okolního prostředí. Na zřizování skládek měla v minulosti větší vliv nálehavost potřeby, místní podmínky a možnosti nežli akceptování náročných ekologických a hygienických požadavků. Ke skládkování se používalo (a mnohdy ještě používá) opuště-

ných lomů, pískoven, bažinatých pozemků apod., bez ohledu na to, že volné skládkování může způsobit kontaminaci podzemních i povrchových vod, zhoršuje hygienu prostředí a má přímé závažné dopady na rostlinná a živočišná společenstva v dané lokalitě.

### Pseudo skládky (terénní úpravy)

Nejedná se v pravém slova smyslu o skládky, ale oficiálně o tzv. stavby zemních těles, rekultivace vytěžených území, terénní úpravy apod. Ve většině případů jde pouze o nekontrolované zavážení vytěžených povrchových prostor (rekultivace), nebo o tzv. terénní úpravy (obr. 1), (protihlukové bariéry, zemní tělesa pro vodojemy atd.). Firmy zabývající se nakládáním se stavebním odpadem se tímto způsobem zbavují odpadu za nejnižší možnou cenu. Na rozdíl od zabezpečených řízených skládek, jejichž provoz je upraven přesnými pravidly, se těchto pseudo skládek inertních odpadů nachází v krajinném prostředí nepoměrně více.

### Řízené skládky tuhých komunálních odpadů (TKO)

Zaplňovat moderní řízené skládky recyklovatelným velkoobjemovým stavebním odpadem, který bývá často inertní, je značně neekonomické a je to v rozporu se zásadami trvale udržitelného rozvoje. V posledních letech se začínají již i v ČR



Obr. 1 Terénní úpravy nebo černá skládka?  
Fig. 1 Landscaping or dumping place?



Obr. 2 Postupná demolice stavební konstrukce

Fig. 2 Demolish of engineering construction



Obr. 3 Výplňové zdivo v hrázděné konstrukci

Fig. 3 Beam filling (frame house)

v některých areálech moderních řízených skládek budovat stacionární recyklační zařízení pro zhodnocení stavebních odpadů. V takovýchto zařízeních se původce stavebního odpadu může této komodity jednak „zbavit“ levněji nežli uložením na řízenou skládku, ale rovněž si odtud může produkt recyklace odvézt (recyklát určité frakce a druhu), což přispívá i k vytíženosti automobilů dopravce. Provozovatel v areálu zpravidla prodává i primární přírodní surovinu (štěrk, písek).

#### **ZHODNOCENÍ STAVEBNÍCH ODPADŮ – RECYKLACE**

Cílem řešení této problematiky je tzv. bezodpadová technologie, zajišťující zpracování odpadů do různých druhů a typů stavebních hmot, ve stavební či jiné výrobě nebo zpracování ve formě různých stabilizátů. V intencích zákona č. 185/2001 Sb., O odpadech, je nutné

zpracovat odpady tak, aby je bylo možné dále využívat. To se u stavebních odpadů přímo nabízí jejich mechanickou, fyzikální nebo chemickou úpravou, případně dalšími recyklačními postupy. Stavební odpady je možné zhodnotit jako druhotnou surovinu pro další výrobu stavebních hmot.

Zpracováním odpadních produktů do výrobních technologií dochází ke snížení vyluhovatelnosti toxických látek do vodních výluhů. Tím se zamezí, aby toxické látky pronikaly do vodního prostředí, půdy a ovzduší a následně do celého ekosystému.

#### **Technologie recyklací**

Zařízení pro recyklaci stavebního odpadu je v zásadě technologicky velmi podobné tomu, které je běžně používáno v úpravnách těženého přírodního kameniva. Vlastní recyklace může probíhat buď přímo v místech vzniku odpadů za pomoci mobilních recyklačních zařízení nebo ve stacionárních recyklačních závodech.

Vlastní technologický postup zahrnuje :

- demolicí stavební konstrukce (odstřel, strojní bourání, demontáž), (obr.2)
- úpravu stavebního odpadu (zdrobnění

hydraulickým kladivem, kleštěmi, vypálením armatury, separaci nežádoucích materiálů),

- drčení stavebního odpadu v recyklačním zařízení,
  - třídění recyklátu na požadované frakce.
- Základním prvkem každé recyklační linky jsou drtiče a třídiče. V recyklačních linkách se zpravidla provádí dva druhy separace nežádoucích materiálů. V prvé řadě se jedná o separaci ocelových součástí (výztuž, spojovací materiál), která se běžně provádí elektromagnetickými separátory. Druhým typem separace je odstranění lehkých a prachových částí suchými popř. mokřými odlučovači.

Logickou částí většiny recyklačních technologií je roztřídění podrcených produktů na upotřebitelné frakce. Pro třídění recyklátu se v praxi používají převážně vibrační třídiče. Vlastní třídění zpravidla zajišťují kyvná plochá síta.

#### **VYUŽITÍ RECYKLÁTU VE STAVEBNICTVÍ**

Při použití recyklátů ve stavební výrobě je nezbytné zajistit jejich potřebnou kvalitu, a to jak ve fázi vytváření stavebního odpadu (dbát na důsledné třídění stavebního odpadu již v místě vlastní demolice), tak

i ve fázi úpravy těchto materiálů recyklační linkou. Možnosti využití recyklátu ve stavebnictví jsou relativně široké, nicméně značně proměnlivé vlastnosti této suroviny mnohdy stavebníka odradí.

### **Beton z recyklované betonové drtě (z recyklovaného betonu)**

Kvalita betonu z recyklátu závisí v prvé řadě na složení původního betonu, na vhodné technologii, ale také na konkrétním použití recyklovaného betonu. Zejména drobné frakce betonového recyklátu obsahují velký podíl cementového kamene, který bývá z části korodován, povrchové vrstvy obsahují  $\text{CaCO}_3$  vzniklý karbonací. Z tohoto důvodu je použití frakce 0 až 4 mm omezeno na 20 až 40 % v podílu drobné frakce kameniva. Optimální velikost maximálního zrna je 16 nebo 22 mm. Pro zajištění lepší pevnosti nového betonu je třeba při třídění z recyklátu vyloučit cizorodé částice zvláště organického charakteru (dřevo, plasty, asfalt apod.).

Beton vyrobený z recyklované betonové drtě musí kromě ekologické nezávadnosti zajišťovat samozřejmě bezpečnost na požadovanou dobu životnosti tzn. vyhovovat technickým normám.

Z našich i zahraničních výzkumných prací vyplývají následující obecné poznatky pro složení betonu vyrobeného z drceného betonu :

- zrna drceného betonu mají poměrně dobrý tvar, nižší objemovou hmotnost a vyšší nasákavost,
- hrubá frakce drceného betonu prakticky neovlivní zpracovatelnost čerstvého betonu ve srovnání s přírodním kamenivem,
- drobná a jemná frakce má zpracovatelnost horší,
- nedoporučuje se používat betonové drtě s vyšším obsahem jak 1 %  $\text{SO}_3$ ,
- doporučuje se používat max. velikost zrna drtě 16 až 22 mm, jinak mohou vznikat trhliny,
- drť z betonu s nízkou pevností neovlivňuje pevnosti recyklovaného betonu,
- při změnách teploty a vlhkosti se

recyklovaný beton chová stejně jako beton z přírodního kameniva,

- pevnost v tlaku recyklovaného betonu ve srovnání s tradičním betonem je nižší o 4 až 20 %,
- modul pružnosti recyklovaného betonu je o 10 až 30 % nižší, než betonu z přírodního kameniva.

Beton vyrobený z recyklované betonové drtě je dnes v pozemním stavitelství využíván výhradně pro nenosné části stavebních konstrukcí, např. jako beton pro konstrukce podlah, popř. pro výrobu tvárníc pro výplňové zdivo ap. Významné možnosti uplatnění recyklovaného betonu jsou v inženýrském stavitelství při výstavbě místních komunikací.

### **Cihlobeton z cihelného recyklátu**

Využití asanovaného zdiva bylo v Evropě již prakticky vyzkoušeno po obou světových válkách, např. jako výplňové zdivo v hrázděných stavebních konstrukcích (obr.3).

Demolice, které v současnosti probíhají, se převážně týkají právě objektů cihelných, popř. objektů ze smíšeného zdiva z počátku století. Recyklační zařízení se však většinou orientují na recyklaci betonu. Při drcení a třídění cihelné suť je určitým problémem rozdílná tvrdost jednotlivých cihel v závislosti na jejich výpalu.

Na objemové hmotnosti cihel, na druhu a podílu ztvrdlé malty, popř. na obsahu kontaminantů závisí finální vlastnosti cihelného recyklátu. Vzhledem ke značné variabilitě mechanicko fyzikálních a chemických vlastností vstupního materiálu se dá pouze těžko uvažovat o udržení trvalé kvality produkovaného cihlobetonu.

Možnosti použití cihlobetonu v pozemním stavitelství jsou obdobné jako u betonu vyrobeného z recyklované betonové drtě, tzn. do podlah s využitím jeho relativně příznivějších tepelně izolačních vlastností, popř. pro výrobu lisovaných tvárníc pro nenosné zdivo.

### **Zdící malty z recyklátu**

Při recyklaci betonových konstrukcí vzniká velký podíl frakce 0 až 4 mm, toto

množství se pohybuje okolo 50 %. Použití této frakce jako kameniva do betonu je nevhodné jelikož obsahuje velké množství cementového kamene a  $\text{CaCO}_3$  vzniklého karbonací povrchových vrstev. Tato drobná frakce může být však velmi úspěšně použita pro výrobu zdící malty. Zdících malt z recyklátů může být díky jejich relativně vyššímu tepelnému odporu s výhodou využito při realizaci zdiva s vyššími tepelně izolačními nároky.

### **Ekonomické podmínky pro využití recyklátů při srovnání s přírodními materiály**

Pro další použití recyklátu ze stavebních odpadů ve stavební výrobě je nezbytné provádět systematické analýzy chemického složení této komodity, a to jak z důvodu případného negativního ovlivňování životního prostředí, tak i z hlediska zajištění požadované jakosti pro další použití. Zkoušky vyluhovatelnosti jsou poměrně složitou a nákladnou záležitostí, proto recyklát vzniklý recyklací stavebních odpadů má v konkurenci s přírodními materiály (u nichž se provádí pouze omezené penzum zkoušek) na trhu daleko nevýhodnější postavení.

I při snaze provozovatelů recyklačních zařízení udržet co nejnížší ceny recyklací, mnohdy na samé hranici rentability (i za současného trendu růstu cen primárních surovin a dopravy), není zatím v ČR rozdíl mezi cenami recyklátu a cenami primárních surovin takový, aby motivoval stavebníky využívat recyklát.

Pro utváření podmínek pro fungující systém recyklací stavebních odpadů je důležitá podpora prohlubování důvěry k recyklovaným materiálům.

Je čas začít vnímat recyklaci z hlediska budoucnosti dalších generací jako nutnost.

*Ing. Michael Stibůrek, Ph.D.*

*Fakulta životního prostředí ČZU v Praze*

*Katedra staveb a územního plánování*

*Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6–Suchbát*

*e-mail: m.stiburek@volny.cz*

### **ZAJÍMAVÉ INTERNETOVÉ ADRESY**

Slunákov – centrum ekologických aktivit města Olomouce, o. p. s., [www.slunakov.cz](http://www.slunakov.cz)

„Oboživelné“ domy plující na duté betonové kostce, Maasbommel, Nizozemí, [www.goudenkust.nl/verkoop](http://www.goudenkust.nl/verkoop)

The Biosphere and Flower Paviion, Postdam, Německo, [www.barkowleibinger.com](http://www.barkowleibinger.com)